



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **03091982 A**

(43) Date of publication of application: 17 . 04 . 91

(51) Int. Cl. **H01S 3/133**(21) Application number: **01229586**(71) Applicant: **ANRITSU CORP**(22) Date of filing: **05 . 09 . 89**(72) Inventor: **KINUGAWA SHIGERU**(54) **WAVELENGTH VARIABLE STABILIZED LIGHT SOURCE**

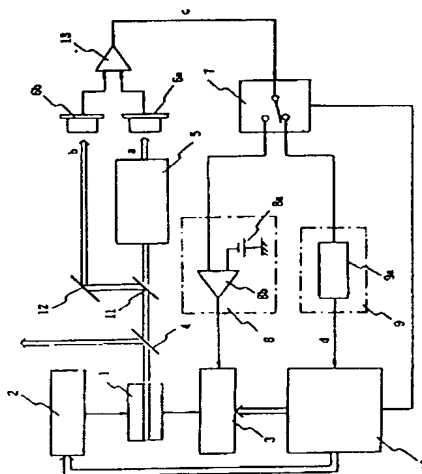
a wavelength reference.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To enable a light source of this design to oscillate stable reference light rays of many wavelengths in a wide range by a method wherein the continuous shift of oscillation wavelength of a semiconductor laser in a wide range due to the temperature change and the accurate stabilization of wavelength by an injection current are controlled through a switch.

CONSTITUTION: A wavelength reference device 5 possessed of two or more peaks which serve as wavelength references in a wide range is used, a wavelength set control means 9 which sets a prescribed peak wavelength out of these wave reference peaks and a wavelength stabilization control means 8 which stabilizes the wavelength basing on the peak concerned as a wavelength reference are switched through a switch 7. By this setup, light of prescribed wavelength out of two or more peaks provided to a wavelength reference device can be very stably outputted without being drifted, and output light can be obtained in a wide range of wavelength by switching a peak which serves as



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑪ 公開特許公報(A) 平3-91982

⑫ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)4月17日

H 01 S 3/133

6940-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 波長可変安定化光源

⑮ 特 願 平1-229586

⑯ 出 願 平1(1989)9月5日

⑰ 発 明 者 衣 川 茂 東京都港区南麻布5丁目10番27号 アンリツ株式会社内
 ⑱ 出 願 人 アンリツ株式会社 東京都港区南麻布5丁目10番27号
 ⑲ 代 理 人 弁理士 小池 龍太郎

明 細 書

1. 発明の名称

波長可変安定化光源

2. 特許請求の範囲

半導体レーザ(1)と、該半導体レーザ(1)の温度を変化させ波長を広範囲に亘る制御する温度コントローラ(2)と、該半導体レーザ(1)の発振波長を精密に制御するように注入電流を微調可能な電流源(3)と、該半導体レーザ(1)より発振されたレーザ光を分岐し、一方のレーザ光を出力光とするビームスプリッタ(4)と、光波長基準となる複数のピークを持つ光伝達特性を有する波長基準器(5)と、該ビームスプリッタ(4)で分岐され、かつ、該波長基準器(5)の光伝達特性に対応する強度変化を受けた他方のレーザ光を受光する受光器(6)と、該受光器(6)の出力を2枝に分岐するスイッチ(7)と、該スイッチ(7)の第1の分岐に接続され、前記光伝達特性の一つのピークの近傍の一点に発振波長を安定化させるために前記電流源(3)に制御信号を出力する

波長安定化手段(8)と、該スイッチ(7)の第2の分岐に接続され、前記半導体レーザ(1)の発振波長が該温度コントローラ(2)によって変動されたときに該受光器(6)の出力のピークを検出するピーク検知器(9)と、前記スイッチ(7)の切り替えを制御するとともに該ピーク検出器(9)の出力を受けて、該半導体レーザ(1)の発振波長の温度特性に基づいてピークの許容値と該半導体レーザ(1)の発振波長とを指定された値に設定するためのコントローラ(10)とからなる波長可変安定化光源。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、例えば、マイクロコンピュータを制御手段として応用した、半導体レーザを用いた波長可変安定化光源に関するものである。

この波長可変安定化光源は、波長伝達特性に複数のピークを有する波長基準器における所定のピーク波長に半導体レーザの発振波長を相対設定する波長設定制御と、このように設定されたピーク波長を波長基準とし、精密に半導体レーザの波長

特開平3-91982(2)

を安定化する波長安定化制御と、この2つの制御を切り替えるスイッチとから構成される。

特徴として、波長を精密に設定でき、かつ、選択できる波長の設定範囲が広範囲に及ぶ点が挙げられる。

本発明は、例えば、ルビジウム(Rb)、セシウム(Cs)、アセチレン(C_2H_2)、アンモニア(NH_3)等が広い波長範囲に属する強く鋭い複数の吸収ピークやエクソンの有する一定間隔の透過ピーク等を波長基準とするため、現在広く使用されている0.7 μ m帯、0.8 μ m帯、1.3 μ m帯及び1.5 μ m帯のレーザ光の波長を高精度に設定でき、かつ、任意のピークを選択することにより可変ができ、発振波長が安定なことから、産業上において高精度な広い波長域の基準として利用できる。

また、つぎの世代の通信方式として研究が進められている光ヘテロダイン通信の発信局光源及び受信局光源として利用できる。

(従来技術)

半導体レーザの発振波長 λ は、周囲温度T、注

入電流Iによりそれぞれ約 $+100\text{pm}/^\circ\text{C}$ 、 $+10\text{pm}/\text{mA}$ 変化することが知られている。

したがって、半導体レーザの波長を変化させる方法としては、周囲温度を変化させたり、注入電流を変化させたりする方法が一般的であった。

しかしながら、単に周囲温度や注入電流を精密に制御することにより半導体レーザの発振波長を変化させる手帳では、設定できる波長精度は、高々数pm程度であり、更に半導体レーザを連続運転していると、それが同じ温度と注入電流下での動作であっても発振波長のゆっくりしたドリフトが生じ、その値は約 $-0.1\text{pm}/\text{h}$ であると報告されている(後記参考文献による)。

また、半導体レーザの発振波長を高精度に固定する方法としては、特定の波長で強く鋭い吸収ピークを有する原子及び分子を波長基準として用いた光吸収セル方式が、同一出願人等による「波長安定化光源」(特願昭63-248250号)において実用されている。しかしながら、光吸収セル方式では、複数の吸収ピークのうちのいずれか一つに波

長を固定するので、安定な波長を得るのには極めて有効であるが、波長を変化させることができなかった。

(参考文献)

「A highly Stabilized Semiconductor Laser and its Application to Optically Pumped Rb Atomic Clock」Proceedings of the 39th Annual Symposium on Frequency Control, May 1985, Philadelphia, USA, pp43 ~ 53

(発明が解決しようとする課題)

半導体レーザの発振波長を温度や注入電流により変化させる方法においては、設定できる波長の精度が高々数pm程度であり、また温度や注入電流の条件が一定でも波長ドリフトが生じるという課題があった。

一方、光吸収セルを用いる方法では、光吸収セルにおける複数の吸収ピークのうちの吸収ピークに波長を固定することにより波長ドリフトをなくすることはできたが(フランク分散表示による波長安定度は、積分時間70秒で 2×10^{-12})、波長を

可変にすることはできなかった。したがって、本発明では、半導体レーザの発振波長が温度や注入電流により可変できることと、光吸収セルやエクソンにより特定波長に高安定化できることと、光吸収セルやエクソンが広い波長範囲において複数の吸収及び透過ピークを有することから広範囲に渡って特定の光波長に安定化できることを利用して、発振波長が高安定であり、かつ原子及び分子を封入した吸収セルやエクソンの有する複数のピークのうちの所定のピーク近傍の波長を精密に出力できるレーザ光源を実現する。

(課題を解決するための手段及び作用)

本発明では、半導体レーザの温度変化による広い波長範囲(光吸収セルの共振曲線のピークで吸収域にわたる範囲の意)における連続的な発振波長の移動(波長設定制御)と、注入電流による精密な波長安定化(波長安定化制御)の2種類の半導体レーザの発振波長制御を行い、波長変更時にこの2つの制御をスイッチにより切り替えて前述した課題を解決し波長可変安定化光源を実現する

特開平3-91982(3)

ものである。すなわち、

第1の波長設定制御は、指定した初期温度及び注入電流における発振波長 λ_1 から使用する波長基準器の有する目標とするピーク波長 λ_2 までの間にある他のピークの数(N)のデータと、そのピーク波長にするための温度のデータとを基に、コントローラにより半導体レーザの温度を導引させ、波長を目標とするピーク波長 λ_2 まで広範囲に変化させる。

また、同時に波長基準器を透過したレーザ光の受光信号により波長導引中において検知したピーク数を計数し、初期波長と目標とするピーク波長との間のピークの数(N)のデータと比較することにより目標の波長のピークを確定し、その確定したピークに光波長を粗く設定する。

このような制御を行う上で必要なピーク波長のデータやピークの数は、レーザ分光技術等で正確に測定されたデータを使用する。例えば、アセチレン(C_2H_2)の場合「1.5 μm 帯DFBレーザを用いたアセチレン分子吸収線の検出」(第49回応用

物理学会學術講演会予稿集、1988秋季、6p.9-12等)である。

第2の波長安定化制御は、同一出射人等による「波長安定化光源」(特願昭63-248250号)に記載した波長の安定化を制御する系であり、粗く設定された目標の波長ピークを波長基準として半導体レーザの発振波長の波長基準からのズレを検出し、その補正信号を電流源に帰還させることにより精密に波長制御を行うものである。

以上に述べた2つの制御をスイッチで切り替えることにより広い波長範囲において多数の安定した基準波長光を発振する波長可変安定化光源を実現できる。

(実施例)

第1図は、本発明に係る波長可変安定化光源の一実施例を示し、ピーク検出及び波長安定化方式として差動方式を用いた。半導体レーザ1からの出力されたレーザ光は、出力用のビームスプリッタ4で分岐され、一方は出力光として、他方は波長制御に使用される。この実施例では、差動方式

を取っているため、波長制御用に分岐された該他方のレーザ光はさらにビームスプリッタ11で同じ強度のレーザ光に分岐される。その分岐されたレーザ光の一方は波長基準器5に入射し、その透過光は第1の受光器6aで検知される。

また、その分岐されたレーザ光の他方はレーザ強度モニター用の番号1(第3図(a)に示す波長の信号)として、反射鏡12を介して第2の受光器6bで検知される。波長基準器5を透過したレーザ光は、波長基準器5の波長透過特性に対応した信号 α (第3図(a)に示す波長の信号)として第1の受光器6aで受光出力される。第1及び第2の受光器6aと6bから出力された信号の出力差を差動アンプ13により検出し、半導体レーザ1の温度を変化させ、波長を導引した場合のレーザ光の強度変化の影響をなくした吸収ピーク信号 γ (第3図(b)に示す波長の信号)を得る。

波長基準器5は、広い波長範囲において複数の波長基準となる透過域は、吸収ピークを有する必要がある。

したがって、フッパリ・ペロー干渉計やルビジウム(^{85}Rb)、セシウム(^{133}Cs)、アセチレン(C_2H_2)、シアン化水素(HCN)、アンモニア(NH_3)等の原子及び分子を単独又は複数封入した光吸収セル等が用いられる。

本実施例では、アセチレン(C_2H_2)を封入した光吸収セルを用いた場合について述べる。動作は3段階に分かれている。

第1段階は、波長の初期設定動作である。

半導体レーザ1は、温度コントローラ2及び電流源3により決まった初期温度 T_1 、初期注入電流 I_1 の条件の下で初期波長 λ_1 に設定される。

第2段階は、波長の設定動作である。

すなわち、コントローラ10に記憶されている波長基準器5の有する複数のピーク波長データのうちの一つのピーク波長 λ_2 をコントローラ10に指定して入力する。コントローラ10は、半導体レーザ1の温度及び発振波長特性データによりピーク波長 λ_2 の発振波長の温度設定信号を温度コントローラ2に出力する(なお、半導体レーザにおけ

特開平3-91982(4)

る温度及び発振波長特性の内容を説明するために第2図に、半導体レーザ発振波長温度依存性とアセチレン(C_2H_2)の光伝達特性について発振波長、光波長、温度に絡まして図示した。図中、 λ_i は初期波長、 λ_b はピーク波長を表す。この時点でコントローラ10はスイッチ7に対し発動アンプ13からの出力信号c(第3図内に示す波長の信号)をピーク検知器9に接続するよう切り替えを指示する。ピーク検知器9では、信号レベル検知器9aにより負の信号レベル入力時を吸収ピークと判別し、ON信号(第3図内に示す波長のピーク検知信号)をコントローラ10に出力する。

すなわち、温度誘引時のピーク検知信号d(第3図内に示す波長の信号)をコントローラ10で計数し、その計数値がコントローラ10に記憶されている初期波長 λ_i から目標ピーク波長 λ_b に至るまでのピーク数に達した時点で温度を固定し、ピーク検知器9の出力がON信号(波長が吸収ピーク内にはいっている)になるように波長を固定する。

す。発振器15の周波数で注入電流により半導体レーザ1の発振波長に微少変調を施し、波長基準器5からの透過光を受光器6で検出し、その出力aa(第5図内に示す波長の信号)を発振器15の周波数でロックインアンプ14により位相同期検波を行って、ピークの微分形状に対応する信号ca(第5図内に示す波長の信号)を得る。この信号caを使って前述した発動方式同様制御を3段階に切り替えスイッチ7によりピーク検知器9及び電流源3(変調方式の場合、波長安定化手段8はロックインアンプ14の位相同期検波となりロックインアンプの出力信号を直接電流源3に入力すれば良い)に切り替えることにより行った。ロックインアンプ14から出力された周波数成分信号caを各々検知レベルが設定されており並列に接続したプラスレベル検知器9bとマイナスレベル検知器9cに入力し、第5図内に示す波長の信号caa、cabのように微分形状の信号をパルス形状に加工して出力する。

次にマイナスレベル検知器9cの出力が立ち下がる時にON状態になり、プラスレベル検知器9bの

第3段階は波長の安定化動作であり、コントローラ10により発動アンプ13からの出力信号をスイッチ7で切り替え波長安定化手段8の回路に接続する。この場合では、基準電圧源8aの基準電圧と発動アンプ13の出力電圧との差を発動アンプ8bの出力として電流源3に負帰還することにより、半導体レーザ1の出力波長を、吸収ピークの形状に対応する発動アンプ13の出力のうち基準電圧源8aの出力に一致する波長に安定化する。

以上に述べた3段階の波長制御をコントローラ10により制御されたスイッチ7で切り替えることによりアセチレン(C_2H_2)のもつ所定の吸収ピーク波長に半導体レーザの発振波長を精密に安定化できた。

以上の実施例で使用したコントローラ10はマイクロコンピュータを適宜用いるとよい。

また、上述した実施例におけるピーク検知器9と波長安定化手段8の回路の制御は発動方式によるが、変調方式の場合も同様に波長可変安定化光源を実現でき、その場合の一例を第4図に示

出力が立ち上がる時にOFF状態を出力する論理回路9aに対しレベル検知器9b,9cからの信号caa, cab(第5図内に示す波長の信号)を入力すればピーク内に発振波長が存在するときON状態で、発振波長がピークをはずれるとOFF状態となる信号da(第5図内に示す波長の信号)が得られ、発振波長のピーク検知ができる。

以上のような制御回路を使用し、変調方式においても、波長固定制御と波長安定化制御をスイッチで切り替えることによりアセチレン(C_2H_2)のもつ所定の吸収ピーク波長に半導体レベルの発振波長を精密に安定化でき、波長可変安定化光源が実現できた。

〔発明の効果〕

以上に述べたように、本発明による波長可変安定化光源は、光吸収セルの特性曲線が複数個のピークにまたがる広い範囲の制御と、ピークの1つについてする狭い範囲の精密な制御とを併用し、マイクロコンピュータを用いたコントローラで制御するものとした。

特開平3-91982(5)

すなわち、広い波長範囲に複数の波長基準となるピークを有する波長基準器を用い、この複数の波長基準ピークのうち所定の一つのピーク波長に設定する波長設定制御手段と、そのピークを波長基準として波長を安定化する波長安定化制御手段をスイッチで切り替えることにより、次に示すような固有の効果を得る。

- (1) 波長基準器の有する複数のピークのうち所定の波長光をドリフトがなく高安定に出力できる。
- (2) 波長基準とするピークを切り換えることにより広い波長域にわたって出力光が得られる。

4. 図面の簡単な説明

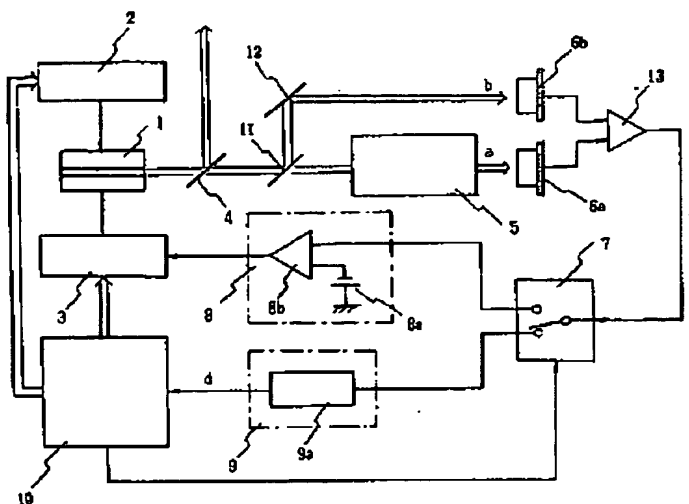
第1図は本発明に係る波長可変安定化光源の第1の実施例を、第2図は半導体レーザの温度による発振波長変化とアセチレンの光伝達特性の対応を示し、第3図は第1図において図示した記号を示す図である。

第4図は本発明に係る波長可変安定化光源の第2の実施例を、第5図は第4図において図示した記号を示す図である。

図中、1は半導体レーザ、2は温度コントローラ、3は電流源、4はビームスプリッタ、5は波長基準器、6は受光器、7はスイッチ、8は波長安定化手段、9はピーク検知器、10はコントローラ、11はビームスプリッタ、12は反射鏡、13は増幅アンプ、14はロックインアンプ、15は発振器をそれぞれ示す。

特許出願人 アソリウ株式会社
代理人 弁理士 小池 徳太郎

図1



特開平3-91982(6)

図 2

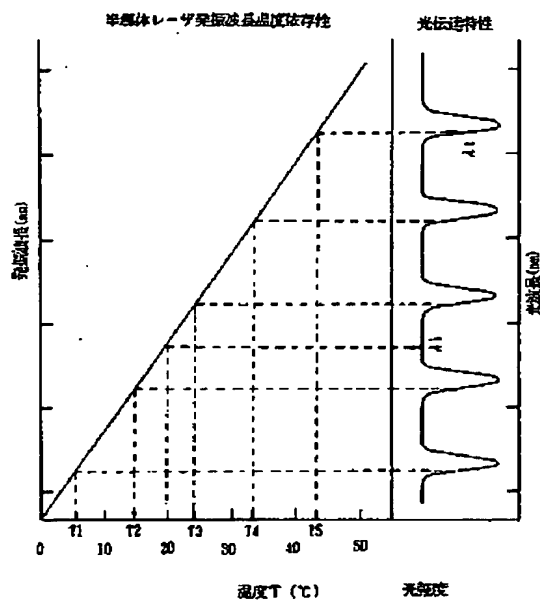


図 3 (a)

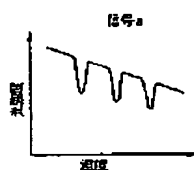


図 3 (b)

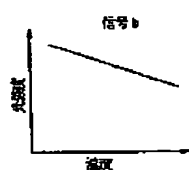


図 3 (c)

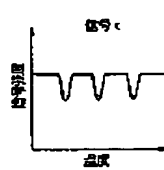
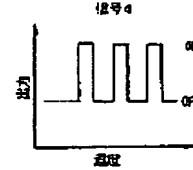
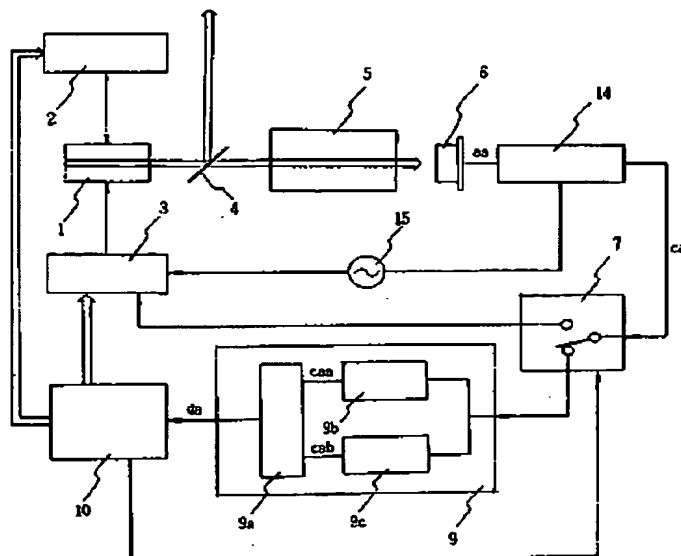


図 3 (d)

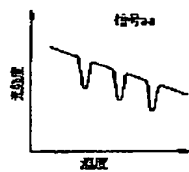


特開平3-91982(7)

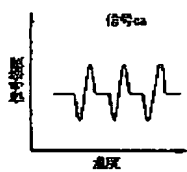
第 4 図



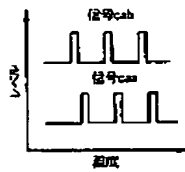
第 5 図 (a)



第 5 図 (b)



第 5 図 (c)



第 5 図 (d)

